

01 APR 2005

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
22. April 2004 (22.04.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/034327 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: G06T 7/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/011033

(22) Internationales Anmeldedatum:
6. Oktober 2003 (06.10.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 46 355.7 4. Oktober 2002 (04.10.2002) DE

(71) Anmelder und

(72) Erfinder: RUST, Georg-Friedermann [DE/DE]; Blumenstrasse 18, 82131 Gauting (DE).

(74) Anwalt: GRÜNECKER, KINKELDEY, STOCKMAIR & SCHWANHÄUSSER; Maximilianstrasse 58, 80538 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

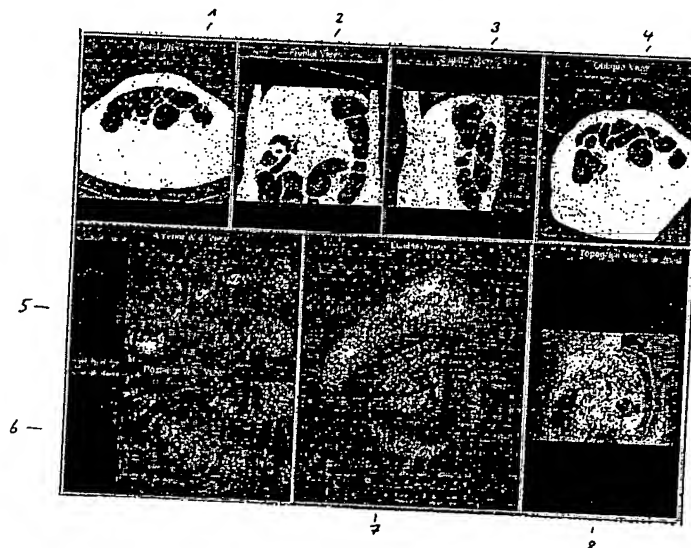
Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: INTERACTIVE VIRTUAL ENDOSCOPY

(54) Bezeichnung: INTERAKTIVE VIRTUELLE ENDOSKOPIE

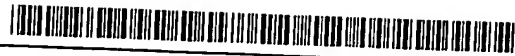


(57) Abstract: The invention relates to a method for processing a three-dimensional image data record, according to which said three-dimensional data record is processed into a data record for two-dimensional image reproduction. The invention also relates to devices for doing the required calculations and/or reproducing the representations. The invention is particularly suitable for medical endoscopy applications, especially virtual colonoscopy.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

BEST AVAILABLE COPY

WO 2004/034327 A2



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verarbeitung eines dreidimensionalen Bilddatensatzes, wobei der dreidimensionale Bilddatensatz in einen Datensatz für eine zweidimensionale Bildwiedergabe verarbeitet wird. Des weiteren betrifft die Erfindung Vorrichtungen zur Durchführung der erforderlichen Berechnungen und/oder zur Wiedergabe der Darstellungen. Die Erfindung eignet sich besonders gut für medizinische Anwendungen der Endoskopie, insbesondere der virtuellen Koloskopie.

Interaktive virtuelle Endoskopie

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verarbeitung eines dreidimensionalen Bilddatensatzes, wobei der dreidimensionale Bilddatensatz in einen Datensatz für eine zweidimensionale Bildwiedergabe verarbeitet wird. Sie lässt sich insbesondere auf dem Gebiet der virtuellen Endoskopie (z.B. Koloskopie) einsetzen. Des weiteren betrifft die Erfindung Vorrichtungen zur Durchführung der erforderlichen Berechnungen und/oder zur Wiedergabe der Darstellungen.

10 Stand der Technik

Die Spiegelung des Dickdarms (Kolon) mit einem Endoskop wird in der Medizin als Koloskopie bezeichnet, die hierfür speziell entwickelten Endoskope als Koloskope. Ein solches Koloskop umfasst ein optisches System, das i.d.R. mit einem Bildschirm verbunden ist, um einem Arzt eine Diagnose zu ermöglichen. Die Einführung des Koloskops in den Darmbereich wird von vielen Patienten als unangenehm oder gar schmerzhaft empfunden, und es besteht immer die Gefahr, insbesondere bei Entzündungen der Darmwand, dass mit dem Koloskop die Darmwand durchstoßen wird.

20

Als Alternative wurde daher die *virtuelle* Koloskopie entwickelt, bei der kein materielles Koloskop mehr in den Körper des Patienten eingeführt werden muss. Stattdessen werden anstelle von Koloskopen die Methoden und Apparate der Computertomographie/Kernspintomographie verwendet, um Messdaten aufzunehmen und diese Daten optisch darzustellen. Die Entwicklung der virtuellen Koloskopie wurde maßgeblich dadurch unterstützt, dass die Durchführung von aufwendigen Bildverarbeitungsverfahren wegen der hohen Rechenleistung neuerer Computer mittlerweile problemlos möglich ist.

30 Für die virtuelle Koloskopie wird eine große Zahl von parallelen Schnitten orts aufgelöst mit einer Tomographieeinrichtung aufgenommen. Jedem dieser Schnitte entspricht ein Satz zweidimensionaler Bilddaten. Diese Sätze werden rechnergestützt in einen dreidimensionalen Bilddatensatz umgewandelt. Aus dem dreidimensionalen Bilddatensatz können wiederum zweidimensionale Bilddaten berechnet

werden, die unabhängig von der Schnittausrichtung bei der eigentlichen Messung sind, z.B. schräg dazu. Die zwei- und dreidimensionalen Bilddaten werden in der Regel auf zweidimensionalen Wiedergabeeinrichtungen (Monitor, Foto, etc) wiedergegeben, und zwar als Schnittbilder (d.h. alle abgebildeten Bildpunkte entstammen einer Schnittebene) oder als quasi-dreidimensionale Bilder, die einen räumlichen Eindruck auf ähnliche Weise vermitteln, wie eine herkömmliche Fotografie (die abgebildeten Bildpunkte entstammen keiner Ebene).

Es ist hierzu zu bemerken, dass a priori keine Festlegungen gemacht werden können, welche der Ansichten für eine möglichst aussagekräftige Diagnose am besten geeignet ist. Obwohl die räumlichen (quasi-dreidimensionalen) Darstellungen wegen des vermittelten räumlichenindrucks sehr anschaulich sind und dadurch hilfreich für die Orientierung sind, können aber gerade in diesen Darstellungen Krankheitsbefunde wie Läsionen etc. durch Gewebe (z.B. eine Darmfalte) verdeckt werden und dadurch nicht sichtbar sein. In Schnittbildern kommen dagegen solche Verdeckungen nicht vor, allerdings sind sie bei der Ausführung einer Behandlung, die für gewöhnlich eine Koordination in drei Raumrichtungen erfordert, wenig hilfreich.

20 Beschreibung der Erfindung

Angesichts der oben beschriebenen Probleme ist es eine Aufgabe der Erfindung, Verfahren und Vorrichtungen bereitzustellen, mit denen die geschilderten Nachteile der virtuellen Koloskopie vermieden werden können.

Diese Aufgabe wird durch das Verfahren von Anspruch 1, durch das Computerprogrammprodukt von Anspruch 8 und das Bildverarbeitungs- und Bildwiedergabesystem mit den Merkmalen von Anspruch 9 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen werden in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Wiewohl die Erfindung speziell für die Bedürfnisse der virtuellen Koloskopie entwickelt wurde und im Hinblick auf dieses Anwendungsgebiet beschrieben wird, versteht sich von selbst, dass sich die Grundgedanken der Erfindung auf jeden beliebigen dreidimensionalen Datensatz anwenden lassen. Mögliche weitere Anwen-

dungsgebiete in der Medizin sind alle Arten der virtuellen Endoskopie, andere Tomographieverfahren, Ultraschalluntersuchungsmethoden, Röntgenuntersuchungen mit Tracerstoffen, etc. Mögliche Einsatzgebiete außerhalb der Medizin umfassen atmosphärische Untersuchungen (z.B. Meteorologie, Klimatologie), Seismologie, 5 Erkundung von Rohstofflagerstätten (Erz-/Kohle-/Erdöl-/Erdgas-Vorkommen, etc.), Materialprüfung, etc.

10 Beim erfindungsgemäßen Verfahren wird ein dreidimensionaler Bilddatensatz für eine Bildwiedergabe in wenigstens zwei unterschiedlichen Darstellungen verarbeitet und eine Wiedergabe der wenigstens zwei unterschiedlichen Darstellungen realisiert, wobei ein in einer der Darstellungen abgebildeter Bildbereich markierbar ist, und für die wenigstens eine weitere Darstellung die Relativlage des markierten Bildbereichs berechnet und in der Darstellung angezeigt wird.

15 So können beispielsweise aus dem mittels virtueller Koloskopie ermittelten dreidimensionalen Datensatz Bilddaten für (wenigstens) eine Schnittansicht und Bilddaten für (wenigstens) eine räumliche Ansicht extrahiert werden, von denen erstere zum Nachweis einer Anomalie geeigneter ist (sind), während letztere das räumliche Vorstellungsvermögen besser anspricht (ansprechen). Da von vornherein kaum 20 vorhergesagt werden kann, welche der Ansichten zur Diagnose am geeignetsten ist, kann durch die Verwendung unterschiedlicher Ansichten, insbesondere auch mehrerer unterschiedlicher Schnittansichten und mehrerer unterschiedlicher räumlicher Ansichten eine zuverlässigere Diagnose getroffen werden.

25 Wenn eine der Ansichten eine solche Anomalie aufweist, so kann der anomale Bereich in dieser Darstellung z.B. mittels eines Mausklicks, eines Markierungspolygons, oder anderer Markierungsverfahren markiert werden. Nach dem Markieren wird automatisch berechnet, wo der markierte Bereich in der weiteren Darstellung bzw. wie er relativ zu der weiteren Darstellung liegt.

30

Ist der in der ersten Darstellung markierte Bereich auch in der zweiten Darstellung sichtbar abgebildet, so kann dies beispielsweise durch eine durchgezogene Umrandung, einen durchgezogenen Umkreis, etc. des entsprechenden Bildausschnitts in der zweiten Darstellung angezeigt werden. Ist der Bereich dagegen in der zwei-

ten Darstellung durch Körpergewebe verdeckt oder liegt er im Fall von Schnittbildern oberhalb oder unterhalb der abgebildeten Ebene, so kann dies beispielsweise durch eine strichlinierte Markierung angezeigt werden. Dies hat ferner den Vorteile, dass mehrere Ärzte, beispielsweise mit unterschiedlicher Erfahrung, insbesondere aber solche aus unterschiedlichen Fachbereichen (z.B. Radiologen und Gastroenterologen), deren Standardarbeitsansichten oft verschieden sind, präziser miteinander kommunizieren können, da die Gefahr missverständlicher Diagnosen oder Interpretationen verringert wird. In den Auswirkungen führt dies zu verbesserter Zusammenarbeit zwischen den Ärzten und zu einer besseren und damit im Endeffekt auch zu einer kostengünstigeren Behandlung.

Hat die Markierung eine bestimmte geometrische Form, so ist es vorteilhaft, wenn diese für die weiteren Darstellungen entsprechend der geänderten Blickrichtungen deformiert wird, so dass dem Betrachter ein perspektivischer Eindruck vermittelt wird.

Was oben für eine weitere oder eine zweite Darstellung erläutert wurde, läßt sich natürlich auf eine Vielzahl von weiteren Darstellungen erweitern. Die verschiedenen Darstellungen können beispielsweise gleichzeitig mit ein- und derselben Wiedergabeeinrichtung (z.B. Monitor) wiedergegeben werden, wobei alle im gleichen Format oder gemäß ihrer Signifikanz unterschiedlich groß wiedergegeben werden können.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann ausschließlich mit Schnittansichten oder mit räumlichen Darstellungen durchgeführt werden.

Die Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens kommen aber besonders dann voll zur Geltung, bei der wenigstens eine Darstellung eine Schnittansicht ist und wenigstens eine Darstellung eine räumliche Ansicht ist, da diese Darstellungen – was ihre jeweiligen Vor- und Nachteile anbelangt – gewissermaßen komplementär sind.

Vorzugsweise umfassen die wenigstens eine Schnittansicht eine axiale Ansicht und/oder eine frontale Ansicht und/oder eine sagittale Ansicht und/oder eine

Schrägansicht, und die wenigstens eine räumliche Ansicht eine Wandansicht (Schleimhautansicht) und/oder eine Intraluminalansicht. Dies sind spezielle, den Fachleuten auf diesem Gebiet in der Regel vertraute Ansichten, die unter Bezugnahme auf die beigefügte Figur näher beschrieben werden.

5

In einer bevorzugten Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens umfassen die wenigstens zwei unterschiedlichen Darstellungen eine Topogramm-Ansicht (die unter Bezugnahme auf die beigefügte Figur näher beschrieben wird), die einen optimalen Überblick über den untersuchten Bereich gibt und für die rechnergestützte Verfahren existieren, um den Darmverlauf automatisch zu visualisieren.

10

Dadurch kann im dargestellten Darmverlauf eine Position markiert werden, an dem eine Anomalie vermutet wird oder der aus anderen Gründen untersucht werden soll, worauf der entsprechend markierte Bereich bzw. seine Relativlage in der weiteren Darstellungen bzw. in den übrigen Darstellungen angezeigt werden.

15

Umgekehrt kann eine in einer anderen Darstellung gefundene und dort markierte Anomalie am im Topogramm wiedergegebenen Darmverlauf angezeigt werden und so eine hilfreiche Information für eine Diagnose/Therapie bereitgestellt werden.

20

Wird in einer der Darstellungen eine Anomalie gefunden und markiert, so können in einer vorteilhaften Weiterbildung die übrigen Darstellungen so geändert werden, dass der in der einen Darstellung markierte Bildbereich in den übrigen Darstellungen ebenfalls abgebildet wird. Beispielsweise können für die (übrigen) Schnit-
sichten die Schnittebenen automatisch so gelegt werden, dass in ihnen die mar-
kierte Anomalie ebenfalls visuell erkennbar ist, beispielsweise so, dass in ihnen die Anomalie eine maximale Querschnittsfläche besitzt.

25

In einer bevorzugten Weiterbildung erfolgt die Markierung manuell, beispielsweise über ein Eingabegerät wie einer Computer-Maus, einer Computer-Tastatur, durch Bildschirmberührung (Touchpad), etc. Alternativ oder ergänzend dazu kann das Markieren des abgebildeten Bildbereichs über automatisches Struktur- und/oder Texturerkennungsverfahren erfolgen, die anhand der speziellen Charakteristiken von Anomalien diese in einem Bild erkennen können.

30

- Zur Untersuchung von schlauchartigen Körpern, wie Röhren und anderen Leitungen, Blutgefäßen, insbesondere auch zur Endoskopie, ist eine Weiterbildung des Verfahrens vorteilhaft, bei dem der dreidimensionale Bilddatensatz des schlauchartigen Körpers verarbeitet wird und wenigstens eine der Darstellungen eine Wandansicht mit einer Blickrichtung ist, die parallel und/oder antiparallel zum Krümmungsvektor an der maximalen Krümmung der Mittellinie des schlauchartigen Körpers ist.
- 5
- 10 Eine derartige Mittellinie kann für einen schlauchartigen Körper i.d.R. auch dann noch definiert werden, wenn die Querschnitte des Körpers von der idealen Kreisform abweichen, wobei die Berechnung der einzelnen Punkte, die die Mittellinie definieren, derjenigen von Schwerpunkten entspricht.
- 15 Die „maximale Krümmung“ kann eine im mathematischen Sinne absolut maximale Krümmung sein, ist in der Regel aber jeweils die im mathematischen Sinne lokal maximale Krümmung (lokales Maximum), also eine Stelle, an der der Krümmungsvektor kürzer ist als in der unmittelbaren Umgebung.
- 20 Das oben beschriebene Verfahren ist äußerst hilfreich zur Untersuchung von schlauchartigen Körpern, die sich nicht gerade entlang einer Raumrichtung erstrecken, sondern (u.U. mehrfach) gekrümmt sind. Die Mittellinie eines solchen Körpers stellt eine gekrümmte Linie im Raum dar.
- 25 Bei gekrümmten schlauchartigen Körpern ergibt das Verfahren wenigstens eine der folgenden Wandansichten: die Wandansicht des Bereichs der inneren Oberfläche des schlauchartigen Körpers, der in Längsrichtung am stärksten gekrümmt ist, und/oder die gegenüberliegende Wandansicht. Bei gebogenen Röhren sind dies die beispielsweise die gedehnten und/oder gestauchten Wandabschnitte, an denen das Material besonders belastet ist und die daher besonders anfällig für Defekte
- 30 sind. Beim Darm oder Blutgefäßen sind solche Bereiche starker Krümmung bis hin zu Knicken Abschnitte, an denen Erkrankungen nicht nur bevorzugt auftreten, sondern mit herkömmlichen Verfahren auch besonders schwer zu entdecken sind.

Das oben beschriebene erfindungsgemäße Verfahren und dessen bevorzugte Weiterbildungen lassen sich besonders gut auf dem Gebiet der virtuellen Endoskopie, insbesondere der virtuellen Koloskopie (aber auch in benachbarten Bereichen wie virtueller Bronchioskopie, Intestinoskopie, NHN-Endoskopie, Ventrikel-

5 Endoskopie), einsetzen. Durch die interaktive Wechselwirkung zwischen den verschiedenen Darstellungen können die komplementären Vorteile verschiedener Darstellungen genutzt werden und somit die für jede spezielle Darstellung spezifischen Nachteile umgangen werden.

10 Es ist beispielsweise auch ein Einsatz des erfindungsgemäßen Verfahrens in der konventionellen Koloskopie möglich, da auch ein Ultraschallkopf an einem konventionellen Koloskop vergleichbare 3D-Datensätze liefert.

15 Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird ferner durch ein Computerprogrammprodukt gelöst, das durch einen Computer auslesbar bzw. in einem Computer implementierbar ist, und zum Ausführen der Schritte (a) Verarbeiten eines dreidimensionalen Bilddatensatzes für eine Bildwiedergabe in wenigstens zwei unterschiedlichen Darstellungen, und (d) Berechnen für die wenigstens eine weitere Darstellung die Relativlage des markierten Bildbereichs.

20 Das Computerprogrammprodukt verarbeitet den dreidimensionalen Bilddatensatz für eine Wiedergabe der vom dreidimensionalen Bilddatensatz abgeleiteten Bilder in unterschiedlichen Darstellungen. Eine in einer der Darstellungen nachträglich angebrachte Markierung wird so verarbeitet, dass eine Relativlage der Markierung

25 für die übrigen Darstellungen berechnet und die entsprechenden Bilddaten unter Berücksichtigung der berechneten Werte modifiziert werden, so dass die Relativlage der Markierung in den übrigen Darstellungen eingeblendet werden kann.

30 Die Aufgabe wird ferner gelöst durch ein Bildverarbeitungs- und Bildwiedergabesystem mit wenigstens einer Einrichtung, beispielsweise einen Monitor, zur bildlichen Wiedergabe eines dreidimensionalen Bilddatensatzes in wenigstens zwei unterschiedlichen Darstellungen; einer Einrichtung, beispielsweise einer Computermouse, um einen in einer der Darstellungen abgebildeten Bildbereich in dieser Darstellung zu markieren, einer Einrichtung, um die relative Lage des in der einen

Darstellung markierten Bildbereichs für die wenigstens eine weitere Darstellung zu berechnen.

5 Vorzugsweise ist in der Einrichtung zum Berechnen der relativen Lage des in der einen Darstellung markierten Bildbereichs für die wenigstens eine weitere Darstellung das oben beschriebenen Computerprogrammprodukt implementiert.

10 Nachfolgend werden die Erfindung und ihre Vorteile anhand eines besonders bevorzugten Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die beigefügte Figur beschrieben.

15 Fig. 1 zeigt die nützlichsten Ansichten aus der virtuellen Kolloskopie gemeinsam in eine Benutzeroberfläche integriert

Für spezielle Ansichten haben sich spezielle englischsprachige Bezeichnungen eingebürgert, die nachfolgend erläutert werden:

20 Die obere Reihe in Fig. 1 zeigt vier zweidimensionale Ansichten, und zwar von links nach rechts der Reihe nach:

- eine axiale Ansicht oder „Axial View“ 1, entsprechend einen Schnitt senkrecht zur Körperlängsachse,
- eine frontale Ansicht oder „Frontal View“ 2,
- 25 - eine seitliche Ansicht oder „Sagittal View“ 3, und
- eine schräge Ansicht oder „Oblique View“ 4.

30 Die Schnittebenen der drei Schnittbilder 1, 2, 3 stehen senkrecht zueinander. Die Orientierung der schrägen Ansicht 4 ist beliebig. Ihre Flächennormale wird zweckmäßigerweise entsprechend einer Achse oder Vorzugsrichtung eines zu untersuchenden Organs gelegt.

Das zweidimensionale Schnittbild 4 wird aus dem erstellten dreidimensionalen Datensatz berechnet, der wiederum aus der Vielzahl der zweidimensionalen Messdatensätzen erstellt wurde.

- 5 Die Darstellungen 5 bis 8 sind keine Schnittansichten, sondern vermitteln einen räumlichen Eindruck und damit eine Übersicht über die untersuchte Körperregion.

Die Darstellungen 4 und 5 werden Wandansichten oder „Wall Views“ genannt. Diese Bilder entstehen dadurch, dass das Darmrohr virtuell parallel zur Längsachse
 10... aufgeschnitten wird und die Aufnahmen mit virtuellen Kameras gemacht werden, ... die senkrecht zur Längsachse ausgerichtet sind. Man unterscheidet zwischen „Anterior Wall View“ 5 und „Posterior Wall View“ 6 und, je nachdem, ob es sich um eine gegenüberliegende oder rückseitige Aufnahme der Darmwand handelt.

- 15 Die beiden Ansichten 7 und 8 von Fig. 1 sind die für einen Internisten gewohnten Darstellungen. Zusammen mit der Erfahrung des Internisten vermitteln sie eine gewisse räumliche Vorstellung vom zu untersuchenden bzw. behandelnden Bereich.

- 20 Die intraluminale Ansicht oder „Intraluminal View“ 7 entspricht dem mit einer konventionellen Darmspiegelung erhaltenen Bild vom Inneren des Darmrohrs, mit dem Unterschied, dass es mit einem virtuellen Koloskop erstellt wurde.

- Die Topogramm-Ansicht oder „Topogram View“ 8 schließlich entspricht vom Aus-
 25 sehen her einer herkömmlichen Röntgenaufnahme, wurde aber ebenfalls aus dem dreidimensionalen Datensatz des Tomographieverfahrens erstellt. Die in der Figur ersichtliche Schlangenlinie ist ein virtueller Weg durch den Dickdarm, der automatisch durch einen Computer generiert wird.

- 30 Fällt dem untersuchenden Arzt in einem der Bilder eine etwaige krankhafte Veränderung (Anomalie) an der Darmschleimhaut auf, so kann er in diesem Bild per Mausclick den entsprechenden Bereich auswählen und erhält in allen anderen Bildern die entsprechende Position, und zwar in den Schnittansichten (zweidimensio-

nalten Bildern), als auch in den räumlichen Darstellungen (quasi-dreidimensionalen Bildern).

- 5 In letzteren erscheint eine Markierung, wenn die Anomalie, z.B. eine Läsion, für die virtuelle Kamera sichtbar ist, und eine gestrichelte Markierung, wenn sie für die virtuelle Kamera nicht sichtbar ist. So weiß der Internist, der den Befund eventuell behandeln muss, hinter welchem Gewebeteil (z.B. einer Darmfalte) der Befund verborgen ist. Besondere Bedeutung kommt den Ansichten „Intraluminal“ bzw. „Topogram“ zu, das dies die Darstellungen sind, mit denen Internisten in der Regel zu
- 10 tun haben, und die auch – was Überblick und Anschaulichkeit anbelangt – bei weitem am besten der räumlichen Orientierung dienen. Zusammen mit einer Markierung am Topogramm kann der Internist sofort die Lokalisation erkennen.

Patentansprüche

- 5 1. Ein Verfahren zur Verarbeitung eines dreidimensionalen Bilddatensatzes, wobei:
- 10... (a) der dreidimensionale Bilddatensatz für eine Bildwiedergabe in wenigstens zwei unterschiedlichen Darstellungen verarbeitet wird,
- 15 (b) eine Wiedergabe der wenigstens zwei unterschiedlichen Darstellungen erfolgt,
- 20 (c) ein in einer der Darstellungen abgebildeter Bildbereich markierbar ist,
- 25 (d) für die wenigstens eine weitere Darstellung die Relativlage des markierten Bildbereichs berechnet wird, und
- 30 (e) die Relativlage des markierten Bildbereichs in der wenigstens einen weiteren Darstellung angezeigt wird.
2. Ein Verfahren nach Anspruch 1, bei welchem wenigstens eine Darstellung eine Schnittansicht ist und wenigstens eine Darstellung eine räumliche Ansicht ist.
3. Ein Verfahren nach Anspruch 2, bei welchem:
- die wenigstens eine Schnittansicht eine axiale Ansicht und/oder eine frontale Ansicht und/oder eine sagittale Ansicht und/oder eine Schrägansicht umfasst,
- die wenigstens eine räumliche Ansicht eine Wandansicht und/oder eine Intraluminalansicht umfasst.

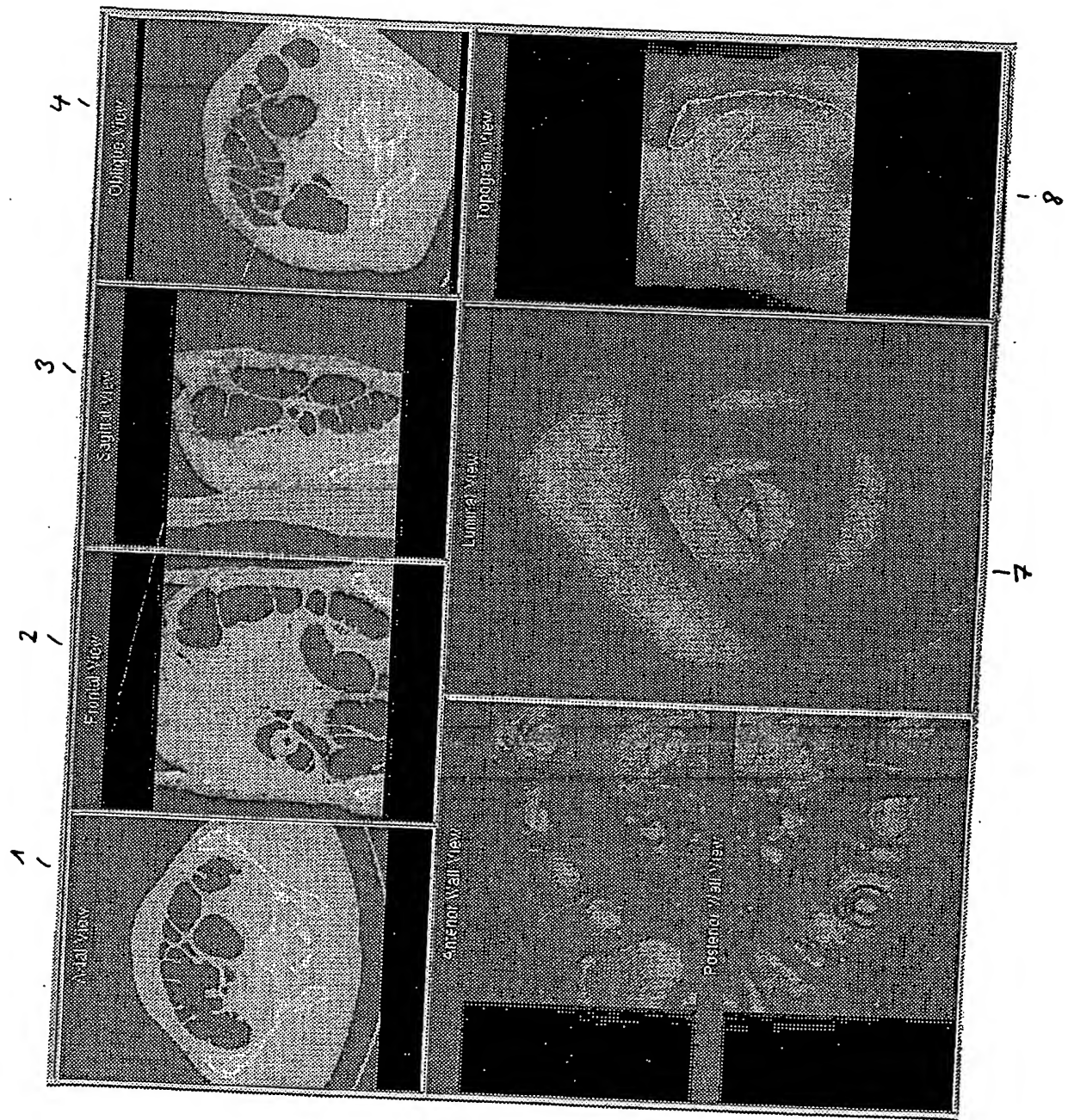
4. Ein Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, bei welchem wenigstens eine der Darstellungen eine Topogramm-Ansicht ist.
- 5 5. Ein Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, bei welchem die wenigstens eine weitere Darstellung so geändert wird, dass der in der einen Darstellung markierte Bildbereich in der wenigstens einen weiteren Darstellung ebenfalls abgebildet wird.
- 10 6. Ein Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, bei welchem das Markieren des abgebildeten Bildbereichs manuell und/oder mittels eines Struktur- und/oder Texturerkennungsverfahrens durchgeführt wird.
- 15 7. Ein Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei:
 der dreidimensionale Bilddatensatz eines schlauchartigen Körpers verarbeitet wird, und
 wenigstens eine der Darstellungen eine Wandansicht mit einer Blickrichtung ist, die parallel und/oder antiparallel zum Krümmungsvektor an der
 20 maximalen Krümmung der Mittellinie des schlauchartigen Körpers ist.
- 25 8. Ein Verfahren nach einem der vorangegangenen Ansprüche zur Anwendung in der virtuellen Endoskopie, insbesondere der virtuellen Koloskopie.
9. Ein Computerprogrammprodukt, das durch einen Computer auslesbar bzw. in einem Computer implementierbar ist, und zum Ausführen der Schritte (a) und (d) des Verfahrens von Anspruch 1 ausgebildet ist.
- 30 10. Ein Bildverarbeitungs- und Bildwiedergabesystem zur Durchführung eines Verfahrens nach einem Ansprüche 1 bis 8, umfassend:

wenigstens eine Einrichtung zur bildlichen Wiedergabe eines dreidimensionalen Bilddatensatzes in wenigstens zwei unterschiedlichen Darstellungen,

- 5 eine Einrichtung, um einen in einer der Darstellungen abgebildeten Bildbereich in dieser Darstellung zu markieren,

- 10 eine Einrichtung, um die relative Lage des in der einen Darstellung markierten Bildbereichs für die wenigstens eine weitere Darstellung zu berechnen.

11. Ein Bildverarbeitungs- und Bildwiedergabesystem nach Anspruch 10, mit einem Computerprogrammprodukt gemäß Anspruch 9.



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.